

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **10-000473**

(43)Date of publication of application : **06.01.1998**

(51)Int.CI. **C02F 1/461**

C02F 1/46

C02F 1/46

C02F 1/46

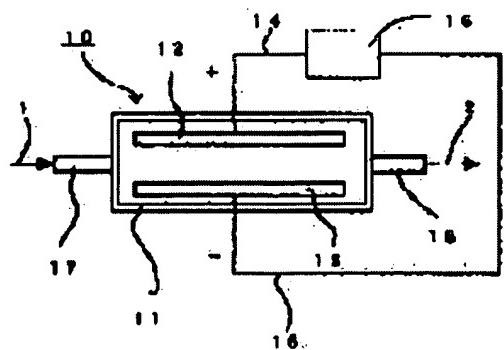
(21)Application number : **08-151282** (71)Applicant : **NKK CORP**

(22)Date of filing : **12.06.1996** (72)Inventor : **TSUBONE TOSHIAKI
TAKECHI TATSUO**

(54) METHOD AND APPARATUS FOR WASTEWATER TREATMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method and apparatus for wastewater treatment by which nitrogen components in wastewater can be removed with a lowered energy consumption.



SOLUTION: A pair of an anode 12 and a cathode 13 are installed on the opposite to each other in the inside of a reaction tank 11. The anode 12 is an electrode having a function of oxidizing ammonia nitrogen to nitrogen gas. On the other hand, the cathode 13 is an electrode having a function of reducing water to hydrogen gas. In the reaction tank 11, a supply side pipe 17 to which flowing-in water 1 is supplied and a discharge side pipe 18 through which treated water 2 is discharge are connected with one side and the other side, respectively. Water 1 to be treated is introduced into the reaction tank 11 through the supply side pipe 17, d.c. voltage is applied to the anode 12 and the cathode 13 from an electric power source 16 through wires 14, 15, respectively, and electric current is applied to wastewater to carry out electrolysis.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-473

(43)公開日 平成10年(1998)1月6日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
C 02 F 1/461 1/46	CD J	C 02 F 1/46	1 0 1 A	
	CD K		CD J	
	Z A B		CD K	
			Z A B	

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平8-151282

(22)出願日 平成8年(1996)6月12日

(71)出願人 000004123

日本钢管株式会社

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号

(72)発明者 局 俊明

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日

本钢管株式会社内

(72)発明者 武智 辰夫

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日

本钢管株式会社内

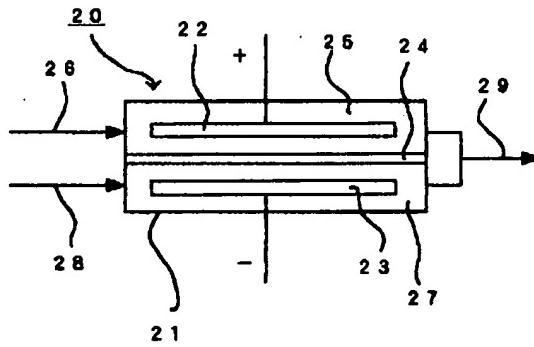
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外4名)

(54)【発明の名称】 廃水処理方法および廃水処理装置

(57)【要約】

【課題】消費エネルギーの小さい廃水中の窒素成分の除去を可能とする廃水処理方法および廃水処理装置を提供する。

【解決手段】反応槽11の内部には一对の陽極12および陰極13が互いに対向して配置されている。陽極12はアンモニア態窒素を窒素ガスに酸化する能力を有する電極で構成されている。一方、陰極13は、水を水素ガスに還元する能力を有する電極で構成される。反応槽11には、一方に流入水1が供給される供給側パイプ17が、他方には処理水2が排出される排出側パイプ18が夫々接続されている。処理水1を供給側パイプ17を介して反応槽11に導入し、陽極12および陰極13の間に電源16から夫々配線14、15を介して直流電圧を印加し、廃水に電流を流して電気分解を行う。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】陽極としてアンモニア態窒素を窒素ガスに酸化する能力を有する電極または塩素イオンを塩素ガスに酸化する能力を有する電極を、陰極として水を水素ガスに還元する能力を有する電極または硝酸態窒素を窒素ガスに還元する能力を有する電極を夫々配した反応槽内に廃水を導入し、前記陽極および前記陰極の間に電圧を印加して前記廃水の電気分解を行い、前記陽極において前記廃水中的アンモニア態窒素を窒素ガスに酸化すると共に、前記陰極において前記廃水中の硝酸態窒素を窒素ガスに還元することを特徴とする廃水処理方法。

【請求項2】前記反応槽内に、電気を通すが廃水中的水分子、固体物、アンモニア態窒素および硝酸態窒素を実質的に透過しない導電性隔膜を配し、前記反応槽を陽極側および陰極側に隔てる請求項1記載の廃水処理方法。

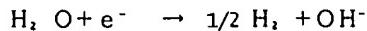
【請求項3】廃水が導入される反応槽と、前記反応槽内に配置された、アンモニア態窒素を窒素ガスに酸化する能力を有する電極または塩素イオンを塩素ガスに酸化する能力を有する電極で構成された陽極と、前記反応槽内に配置された、水を水素ガスに還元する能力を有する電極または硝酸態窒素を窒素ガスに還元する能力を有する電極で構成された陰極とを具備し、前記反応槽内に廃水を導入し、前記陽極および前記陰極の間に電圧を印加して前記廃水の電気分解を行い、前記陽極において前記廃水中的アンモニア態窒素を窒素ガスに酸化すると共に、前記陰極において前記廃水中の硝酸態窒素を窒素ガスに還元することを特徴とする廃水処理装置。

【請求項4】前記反応槽を陽極側および陰極側に隔てる、電気を通すが廃水中的水分子、固体物、アンモニア態窒素および硝酸態窒素を実質的に透過しない導電性隔膜をさらに具備する請求項3記載の廃水処理装置。

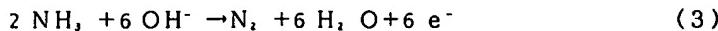
【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、廃水処理方法およ*



式(1)および(2)から1モルの硝酸態窒素を窒素ガスに還元するためには、10ファラデーの電気量が必要であることが判る。従って、電圧を3Vと仮定すると、硝酸態窒素濃度が25mg/lの廃水1m³を処理するのに必要な電力量は、0.72KWHと計算される。この値は、生物学的な窒素除去方法における処理プロセス全体(ポンプ類、プロワー等)での消費電力が0.5KWH程度であることを考えると非常に大きな値であり、※



この式(3)から、1モルのアンモニア態窒素を窒素ガスに酸化するためには、3ファラデーの電気量が必要であることが判る。従って、電圧を3Vと仮定すると、アンモニア態窒素濃度が25mg/lの廃水1m³を処理

2

*び廃水処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、汚水中から窒素成分を除去する方法としては、生物学的方法や物理化学的方法が用いられている。これらのうち生物学的方法は、アンモニア態窒素を酸化する能力を有する微生物の作用を利用して、廃水中のアンモニア態窒素を、亜硝酸態窒素または硝酸態窒素(以下、NO_x-Nと記す)まで酸化した後、NO_x-Nを還元する能力を有する微生物の作用を利用して、廃水中のNO_x-Nを窒素ガスに還元して、大気中に放散させる方法である。

【0003】かかる生物学的方法では、NO_x-Nを窒素ガスに還元するに当たって還元剤が必要である。例えば、水の電気分解によって陰極で発生する水素ガスを還元剤として利用する方法(以下、方法Iという)の研究(水環境学会誌、vol.17, No.10, pp.623-631)が行われている。また、NO_x-Nを電解還元して窒素ガスに処理する方法(以下、方法IIという)(特開平2-172590号公報)も知られている。

【0004】また、物理化学的な処理方法としては、Ti/Pt等の材料を用いた電極を陽極として用い、廃水を電気的に処理することによって廃水中的アンモニア態窒素を窒素ガスに直接酸化する方法(以下、方法IIIという)の研究が行われている(Water Research, vol.29, No.2, pp.517-524, (1995))。また、水の電気分解により発生する次亜塩素酸を利用して、アンモニアを処理する方法(以下、方法IVという)(中村文雄ら訳、"廃水の高度浄化法"、p.224, pp.205-206(1975))も公知である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述の従来の方法I~IVは、何れも問題がある。方法Iでは、陰極での水素の生成反応は下式(1)で、発生した水素と硝酸態窒素の反応は下式(2)で表される。

(1)

(2)

※よって方法Iは、エネルギー消費の面から問題がある。

【0006】さらに、方法Iでは、陽極に炭素材が用いられている。このため、陽極では、発生する酸素によって炭素材が二酸化炭素に変わる反応が起こっているだけで、陽極は、廃水の処理には利用されていない。

【0007】方法IIについても、方法Iと同様の問題が認められる。また、方法IIIでは、陽極での反応は下式(3)に従うとされている。

(3)

するのに必要な電力量は0.22KWHと計算される。一方、従来の窒素除去型ではない生物処理プロセスの消費エネルギーは0.2~0.4KWH/m³とされている。故に、この生物処理プロセスの消費エネルギーに上

述の電気量を加算すると、方法IIにおける総消費エネルギーは、0.42～0.62KWH/m³となる。この値は、生物学的な窒素除去方法における処理プロセス全体（ポンプ類、パワー等）での消費電力である0.5KWH程度と比べて大差無い値ではあるが、現段階では、電流効率は20%程度以下と小さい値しか得られず、やはりエネルギー消費の面から問題がある。

【0008】また、方法IIIでは、陰極から水素が発生するが、この水素を積極的に処理に利用しようとした例はない。方法IVにおいても、消費エネルギーは大きく、陰極から発生する水素を積極的に処理に利用しようとした例はない。

【0009】本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、消費エネルギーの小さい廃水中の窒素成分の除去を可能とする廃水処理方法および廃水処理装置を提供する。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、陽極としてアンモニア態窒素を窒素ガスに酸化する能力を有する電極または塩素イオンを塩素ガスに酸化する能力を有する電極を、陰極として水を水素ガスに還元する能力を有する電極または硝酸態窒素を窒素ガスに還元する能力を有する電極を夫々配した反応槽内に廃水を導入し、前記陽極および前記陰極の間に電圧を印加して前記廃水の電気分解を行い、前記陽極において前記廃水中のアンモニア態窒素を窒素ガスに酸化すると共に、前記陰極において前記廃水中の硝酸態窒素を窒素ガスに還元することを特徴とする廃水処理方法を提供する。

【0011】また、本発明は、廃水が導入される反応槽と、前記反応槽内に配置された、アンモニア態窒素を窒素ガスに酸化する能力を有する電極または塩素イオンを塩素ガスに酸化する能力を有する電極で構成された陽極と、前記反応槽内に配置された、水を水素ガスに還元する能力を有する電極または硝酸態窒素を窒素ガスに還元する能力を有する電極で構成された陰極とを具備し、前記反応槽内に廃水を導入し、前記陽極および前記陰極の間に電圧を印加して前記廃水の電気分解を行い、前記陽極において前記廃水中のアンモニア態窒素を窒素ガスに酸化すると共に、前記陰極において前記廃水中の硝酸態窒素を窒素ガスに還元することを特徴とする廃水処理装置を提供する。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の廃水処理方法および廃水処理装置の実施形態を図面を参照して説明する。図1は、本発明の廃水処理方法に用いられる廃水処理装置の第1実施形態を示す概略図である。図中11は反応槽である。反応槽11の内部には、一対の陽極12および陰極13が互いに対向して配置されている。陽極12は、アンモニア態窒素を窒素ガスに酸化する能力を有する電極で構成されている。アンモニア態窒素を窒素ガス

に酸化する能力を有する電極は、例えば、表面を白金で被覆されたチタン電極（Ti/Pt電極）、表面を白金とイリジウムで被覆されたチタン電極（Ti/Pt/Ir）等である。

【0013】一方、陰極13は、水を水素ガスに還元する能力を有する電極で構成される。この第1実施形態では、陰極13は、表面に微生物が固定化された炭素電極である。

【0014】上記陽極12および陰極13は、夫々配線14、15を介して電源16の陽極側および陰極側に夫々接続されている。上記反応槽11には、一方に処理前の廃水（以下、流入水という）1が供給される供給側パイプ17が、他方には処理済の廃水（以下、処理水という）2が排出される排出側パイプ18が夫々接続されている。

【0015】上述の廃水処理装置10を用いて次のような廃水処理が行われる。この第1実施形態では、廃水を供給側パイプ17を介して反応槽11に導入し、陽極12および陰極13の間に電源16から夫々配線14、15を介して直流電圧を印加し、廃水に電流を流して電気分解を行う。

【0016】この電気分解における消費電力は電圧と電流と通電時間の積に比例するが、反応量は電流と通電時間の積に比例する。よって、一定の反応量を一定の時間で得ようとした場合、所定の電流を流す必要があり、電流は下げることができないので、消費電力を減ずるためにには電圧を下げるべきである。電圧は電流と抵抗の積であり、前述のように電流値は一定であるとすれば、電圧を下げるためには抵抗を下げる必要がある。第1実施形態における陽極12および陰極13の間の電気抵抗は、廃水の電気伝導度、電極間距離および電極面積の関数であり、電気伝導度が一定であれば電極間距離が小さいほど、陽極12および陰極13の面積が大きいほど、電極間の電気抵抗が小さくなる。このことから、処理エネルギーの低減のためには、電極総面積を大とし、電極を近接させて設置することが望ましい。ただし、電極総面積が大きくなると、反応装置が大型化する。このため、実用的な電極間電位差は、0.5V～1.2Vの範囲内である。

【0017】電気分解に関する制御方法としては、
・実際の処理水水質と要求処理水水質の関係から制御する方法（以下、水質制御と記す）、
・定電流で行う方法、
・定電圧で行う方法、
・定電流で制御しつつ、電圧の上限設定値を設ける方法（以下、電圧上限設定定電流制御と記す）等がある。

【0018】ここで電圧上限設定定電流制御は、反応が進み、残留アンモニア濃度や残留NO_x-N濃度が小さくなると、液の電導度が低下するため、定電圧で運転するためには電圧が上昇することを利用したものである。

【0019】また、水質制御の方法としては、
・反応槽内または反応槽出口近辺にアンモニアセンサー、NOx-Nセンサーなどのセンサーを設置し、その出力から電流および電圧を制御する方法。

・反応槽内または反応槽出口近辺から反応槽内水または処理水を採取し、分析計で水質を分析し、その値から電流および電圧を制御する方法。

・反応槽内または反応槽出口近辺にORP計や電導度計などの、残留アンモニア濃度や残留NOx-N濃度と相關のあるデータを得ることのできるセンサーを設置し、これらのデータから電流および電圧を制御する方法等がある。

【0020】なお、上述の複数の制御方法のうち2種類以上を組み合わせることも可能である。流入水1の反応槽11への導入方法としては、連続的に反応槽11へ流す連続処理と、反応槽11内で所定の反応率が得られた段階で、反応槽11内廃水の一部または一部を未処理の廃水と入れ換える回分処理の両方が可能である。

【0021】連続処理の場合で、流入水1の水質および流入水1の水量がほぼ一定の場合には、定電圧制御、定電流制御、電圧上限設定制御および水質制御のいずれの場合もほぼ同様の制御となる。また、連続処理の場合で、流入水1の水質および/または流入水1の水量が変動する場合には、処理水の水質の変動の大きさは定電流制御>電圧上限設定制御>定電圧制御>水質制御の順となり、消費電力は、この逆の順となる。制御方法の選定に当たっては消費電力と処理水の水質および制御のための装置費用を総合して検討、選定する必要があるが、一般的には定電圧制御が効果的である。これは、流入水の流量または(および)濃度の変動によって反応槽内のアンモニア態窒素やNOx-Nの濃度が上昇すると、液の電導度が上昇するため、定電圧であっても電流が上昇し、反応速度が上昇すること、および、負荷が低下し、処理水質が十分低下すると、液の電導度が低下し、電流が低下し、無駄なエネルギーの消費が抑えられるという特性を定電圧制御が有するためである。

【0022】一方、回分処理の場合には、上記の水質の測定や水質と相關のある項目の測定をすることにより、要求処理水質を満足した時点を知ることができ、常に安定した水質の処理水が得られるという特徴がある。また、適当な大きさの原水貯留槽を設置することで、反応槽自体の運転を間欠運転することもできる。回分処理の場合の電流または(および)電圧の制御方法には連続処理の項に記載した制御方法が利用できるが、制御方法の選定に当たっては消費電力と処理水質および制御のための装置費用を総合して検討、選定する必要がある。

【0023】また、廃水の流量については、現状で開発されている電極での電力効率を考えると、10ファラデーの電流で1モルの硝酸態窒素の処理と同時に0.67モルのアンモニア態窒素の処理が可能であるため、硝酸

態窒素：アンモニア態窒素の比率が1:0.67となるように流量を設定することが効果的である。ただし、最適比率は、流入水の性状や、電極の効率によって異なる。

【0024】以上説明した第1実施形態にかかる廃水処理方法では、上記式(1)、(2)および(3)式の反応が同時に進行する。このため、電流が陽極と陰極の両方で利用される。つまり、上記説明した通り、従来の方法I、IIでは、1モルの硝酸態窒素の還元に必要な水素を発生させるために、10ファラデーの電流が必要であり、この電流は陽極では有効利用されていない。しかしながら、この第1実施形態の方法では、陽極12はアンモニア態窒素を窒素ガスに酸化する能力を有する電極で構成されているため、この電流が陽極12でも有効利用される。これにより、この第1実施形態の方法では、陽極12での電力の利用効率を20%と仮定した場合、10ファラデーの電流で1モルの硝酸態窒素の処理と同時に、0.67モルのアンモニア態窒素の処理が可能となる。よって、窒素元素に着目すれば、方法I、IIでは1モルの窒素の処理が行われた電力量によって、本発明では1.67モルの窒素の処理が行われることとなる。陽極12での効率が向上すればさらに大きな値となる。以上説明したように、本発明の第1実施形態の廃水処理方法によれば、従来の方法と比較して大幅な処理エネルギーの削減が可能となる。

【0025】上記第1実施形態の廃水処理方法および廃水処理装置では、陽極12にアンモニア態窒素を窒素ガスに酸化する能力を有する電極を用いたが、処理する廃水中に塩素イオンが含まれている場合には、陽極12として塩素イオンを塩素ガスに酸化する能力を有する電極を使用することができる。この電極は、例えば、アルミニウムや鉄の合金、二酸化鉛等である。また、廃水中に塩素イオンが含まれていない場合または塩素イオン濃度が低い場合には、廃水に塩化物を添加して、反応効率を高めることもできる。

【0026】一方、上記第1実施形態の方法では、陰極13に、水を水素ガスに還元する能力を有する電極を用い、陰極13にて水素を発生させて電極に固定化させた微生物により硝酸態窒素を処理する以外に、硝酸態窒素を窒素ガスに還元する能力を有する電極を用いることもできる。

【0027】また、第1実施形態の廃水処理方法において、反応槽11内を攪拌して良い。これにより、廃水と陽極12および陰極13との接触効率が高められ、反応効率を高く保つ上で有効である。反応槽11内の攪拌は、例えば廃水中にガスを吹き込むことにより行うことができる。

【0028】以下、本発明の廃水処理方法および廃水処理装置の第2実施形態を、図2を参照して説明する。第2実施形態にかかる廃水処理装置20は、反応槽21内

に、反応槽21を陽極22および陰極23側に分割する隔膜24が設けられている。隔膜24は、電気を通し、水、固体物、アンモニア態窒素、硝酸態窒素を実質的に透過しない導電性隔膜で構成されている。

【0029】反応槽21の陽極22側の陽極室25には、主にアンモニア態窒素を含有する流入水26が導入され、一方、反応槽21の陰極23側の陰極室27には、硝酸態窒素を主に含有する流入水28が導入されるようになっている。また、陽極室25および陰極室27から排出された処理水29は合流するようになっている。

【0030】このような第2実施形態にかかる廃水処理装置20においても、第1実施形態の廃水処理方法と同様に、回分処理と連続処理が可能であり、第1実施形態について説明した種々の制御方法も同様に適用可能である。

【0031】第2実施形態は、反応槽21内に隔膜24を設けたことを特徴とする。この隔膜24により、陽極22で反応するアンモニア態窒素は陽極室25に、陰極23で反応する硝酸態窒素は陰極室27に保持されるため、夫々の室に収容された液は対極側の液で希釈されないため、反応成分と電極の接触効率が向上する。

【0032】また、第2実施形態にかかる廃水処理方法においては、硝酸態窒素の還元を陰極23において電極反応で生成される水素により行う他、陰極室27にメタノールなどの種々の有機物を添加して、かかる有機物を還元剤として硝酸態窒素を還元することができる。この際、隔膜24があるため、この有機物が陽極22側へ移動せず、有機物の陽極22における反応および分解を防ぐことができる。

【0033】なお、有機物の過剰添加は、処理水への有機物の流出を招く恐れがあるため好ましくないが、処理水に流出した有機物を別途処理を行うこともできる。反応槽21の陰極室28へ有機物を添加する代わりに、有機物を含有する廃水を流入水として陰極室28に導入することもできる。ただし、陰極26側ではアンモニア態窒素の除去は行われないため、この際の有機物を含有する廃水としては、アンモニア態窒素／有機物の比の小さい廃水を用いることが好ましい。

【0034】さらに、隔膜24を反応槽21内に設けた場合には、陽極22側が酸化側であるため、陽極室25内に空気のような酸素含有ガスを吹き込むことによって、攪拌を行うことができる。一方、陰極23側をガス攪拌する場合には、陰極室27では還元反応が行われるので酸素を含有しないガスを吹き込む必要がある。

【0035】次に、本発明の廃水処理方法および廃水処理装置の第3実施形態について図面を参照して説明する。図3に示す第3実施形態にかかる廃水処理装置30は、反応槽31内に、第2実施形態と同様に、反応槽31を陽極32側および陰極33側に分割する隔膜34が

設けられている。

【0036】反応槽21の陽極室35には、主にアンモニア態窒素を含有する流入水36が導入され、一方、陰極室37には、硝酸態窒素を主に含有する流入水38が導入されるようになっている。

【0037】陰極室37の排出側にはフィルタ37aが設けられている。また、陽極室35および陰極室37から排出された処理水29は合流するようになっている。この第3実施形態にかかる廃水処理装置30では、陰極室37に活性汚泥のような浮遊微生物を投入して、この微生物により硝酸態窒素を処理させる。

【0038】第2実施形態と同様に、主にアンモニア態窒素を含有する廃水を陽極室35で、主に硝酸態窒素を含有する廃水を陰極室37で処理する。この第3実施形態にかかる廃水処理方法においても、第1実施形態の廃水処理方法と同様に、回分処理と連続処理が可能であり、第1実施形態について説明した種々の制御方法も同様に適用可能である。

【0039】上述の第3実施形態にかかる廃水処理方法によれば、陰極34自体に微生物を固定化する必要はない。ただし、原水の性状や陰極材料、あるいは運転条件によっては、自然発生的に電極表面に微生物膜が形成される場合がある。また、陰極室37の内あるいは陰極室37の外で微生物と処理水の固液分離を行い、陰極室37に常に浮遊微生物を存在させる必要がある。陰極室37で処理された後の処理水から浮遊微生物を分離する必要がある。微生物と処理水の固液分離には沈澱法、浮上法、膜分離法、遠心分離法等を用いることができる。

【0040】また、第3実施形態にかかる廃水処理方法においても、第2実施形態と同様に、硝酸態窒素の還元を陰極37において電極反応で生成される水素により行う他、陰極室37にメタノールなどの種々の有機物を添加して、かかる有機物を還元剤として硝酸態窒素を還元することができる。

【0041】なお、第3実施形態にかかる廃水処理方法では、陽極室35内にも浮遊微生物を存在させることも可能である。次に、本発明の廃水処理方法および廃水処理装置の第4実施形態について図面を参照して説明する。図4に示す第4実施形態にかかる廃水処理装置40は、第1実施形態にかかる廃水処理装置10と同様に、反応槽41の内部には、一対の陽極42および陰極43が互いに対向して配置されている。反応槽41には一方から流入水44が導入されるようになっている。反応槽41の他方にはフィルタ45が設けられ、反応槽41内で処理された処理水46はフィルタ45を通して排出されるようになっている。

【0042】このような第4実施形態にかかる廃水処理装置40を用いた廃水処理方法では、反応槽41内の廃水中に微生物を浮遊させた状態で陽極42および陰極43の間に電圧を印加して、電気分解処理を行う。この第

4実施形態にかかる廃水処理方法では、浮遊微生物は、陰極43における硝酸態窒素の処理に利用される。

【0043】第4実施形態にかかる廃水処理装置40では、陰極42に塩素ガスを発生する電極を用いることは、発生した塩素ガスが微生物の活性を阻害するので、好ましくない。

【0044】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の廃水処理方法および廃水処理装置によれば、陽極ではアンモニア態窒素を窒素ガスに酸化するとともに、陰極で、硝酸態窒素を窒素ガスに還元することにより、アンモニア態窒素および硝酸態窒素をそれぞれを単独で行った場合と比較して、消費エネルギーの大幅に削減することができる。

* 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の廃水処理方法に用いられる廃水処理装置の第1実施形態を示す概略図。

【図2】本発明の廃水処理方法に用いられる廃水処理装置の第2実施形態を示す概略図。

【図3】本発明の廃水処理方法に用いられる廃水処理装置の第3実施形態を示す概略図。

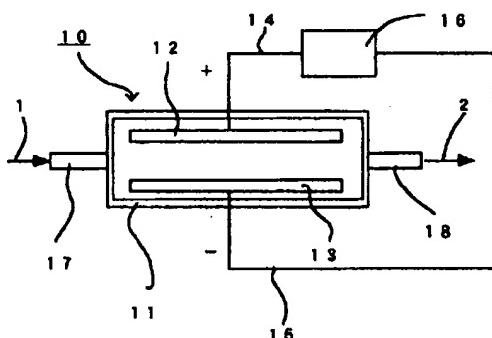
【図4】本発明の廃水処理方法に用いられる廃水処理装置の第4実施形態を示す概略図。

10 【符号の説明】

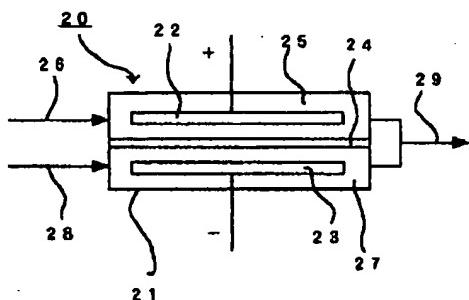
1…流入水、2…処理水、11…反応槽、12…陽極、
13…陰極、14…配線、15…電源、16…電源、
17…供給側パイプ、18…排出側パイプ、24…隔膜。

*

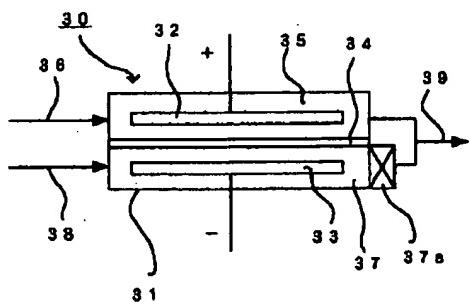
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

